

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11122960 A**

(43) Date of publication of application: **30.04.99**

(51) Int. Cl.

**H02N 11/00**  
**F01N 5/02**  
**F02G 5/04**  
**H01L 35/30**  
**H01L 35/32**

(21) Application number: **09278515**

(22) Date of filing: **13.10.97**

(71) Applicant: **CALSONIC CORP NISSAN  
MOTOR CO LTD**

(72) Inventor: **AMADA KATSUMI  
SEKI KOJI  
SHINOHARA KAZUHIKO  
KUSHIBIKI KEIKO  
KOBAYASHI MASAKAZU  
FURUYA KENJI**

**(54) EXHAUST HEAT GENERATING DEVICE**

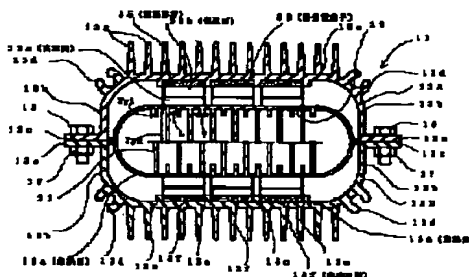
**(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To increase the generation of output and to achieve miniaturization by making heat collection efficiency satisfactory from exhaust gas in an exhaust heat generating device for heating a high-temperature end face through the exhaust gas of an internal combustion engine or others and for air-cooling or water-cooling a low-temperature end face.

**SOLUTION:** In an exhaust heat generating device, an exhaust pipe through which an exhaust gas G flows inside and a heat collecting surface 19a, where a heat collection fin 21 is formed are provided on at least one surface. The device has a flat-shaped internal cylinder 19 to which the exhaust gas G enters the inside from the exhaust pipe, an external cylinder 11 in which the internal cylinder is accommodated inside at intervals and a radiating surface 13a being opposite to the heat collection surface 19a of the internal cylinder 19 is formed, and a thermoelectric conversion module 33 that is formed between the heat collecting surface 19a of the internal cylinder 19 and the radiating surface 13a of the external cylinder 11 and is adhered to the heat collection surface 19a. In the heat collection fin, a plurality of plate-shaped bodies with different heights are arranged, while being in parallel with the flow

direction of the exhaust gas G with respect to a long axis direction, orthogonally crossing the flow direction of the exhaust gas G.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 1 2 2 9 6 0

(43) 公開日 平成11年 (1999) 4月30日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 2 N 11/00

H 0 2 N 11/00

A

F 0 1 N 5/02

F 0 1 N 5/02

B

F 0 2 G 5/04

F 0 2 G 5/04

L

H 0 1 L 35/30

H 0 1 L 35/30

35/32

A

審査請求 未請求 請求項の数 1 0 O L

(全 1 2 頁)

(21) 出願番号

特願平9-278515

(22) 出願日

平成9年 (1997) 10月13日

(71) 出願人

000004765

カルソニック株式会社

東京都中野区南台5丁目24番15号

(71) 出願人

000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者

天田 克己

東京都中野区南台5丁目24番15号 カルソ

ニック株式会社内

(72) 発明者

関 幸司

東京都中野区南台5丁目24番15号 カルソ

ニック株式会社内

(74) 代理人

弁理士 古谷 史旺 (外1名)

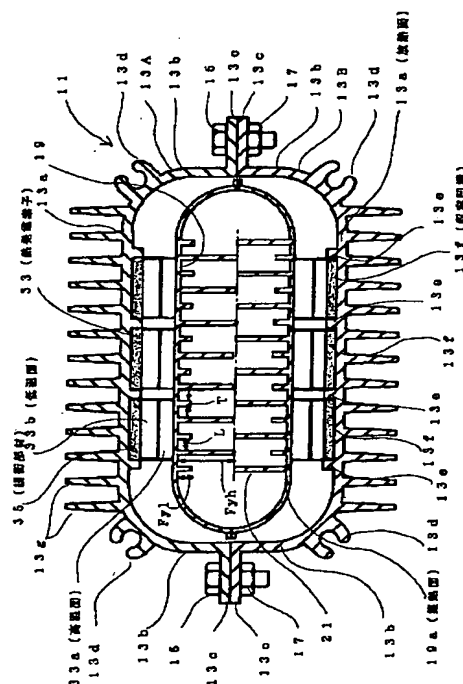
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排熱発電装置

(57) 【要約】

【課題】 内燃機関あるいはその他燃焼の排ガスで高温端面を加熱し、低温端面を空冷あるいは水冷する排熱発電装置において、排ガスからの集熱効率を良好にすることにより発電出力が大きく、かつコンパクトにすることにある。

【解決手段】 内部に排ガスGが流れる排気管と、内面に集熱フィン21が形成された集熱面19aを少なくとも一面に有し、内部に排気管から排ガスGが流入される偏平形状の内筒19と、内部に内筒19が間隔を置いて収容され、内筒19の集熱面19aに対向する放熱面13aが形成される外筒11と、内筒19の集熱面19aと外筒11の放熱面13aとの間に配置され、高温端面33が集熱面19aに密着される熱電変換モジュール33とを備え、集熱フィン21は、排ガスGの流れ方向に対して直交する長軸方向において、高さが異なる複数の板状体21a, 21bを、排ガスGの流れ方向に対して平行に配置することにより構成されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内部に排ガス（G）が流れる排気管と、内面に集熱フィン（21）が形成された集熱面（19a）を少なくとも一面に有し、内部に前記排気管から前記排ガス（G）が流入される偏平形状の内筒（19）と、

内部に前記内筒（19）が間隔を置いて收容され、前記内筒（19）の前記集熱面（19a）に対向する放熱面（13a）が形成される外筒（11）と、

前記内筒（19）の前記集熱面（19a）と前記外筒（11）の前記放熱面（13a）との間に配置され、高温端面（33a）が前記集熱面（19a）に密着される熱電変換モジュール（33）とを備え、前記集熱フィン（21）は、排ガス（G）の流れ方向に対して直交する長軸方向において、高さが異なる複数の板状体（21a, 21b）を、排ガス（G）の流れ方向に対して平行に配置することにより構成されていることを特徴とする排熱発電装置。

【請求項2】 請求項1記載の熱電変換装置において、前記集熱フィン（21）は、排ガス（G）の流れ方向に対して直交する長軸方向において、板状体（21a, 21b）の設置間隔（L）と厚み（T）の比（ $L/T$ ）が $10/3 \sim 10/10$ となっていることを特徴とする排熱発電装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2記載の熱電変換装置において、前記集熱フィン（21）は、排ガス（G）の流れ方向に対して直交する長軸方向において、高さが異なる2種類の板状体（21a, 21b）を、前記長軸方向に交互にかつ排ガス（G）の流れ方向に対して平行に複数配置することにより構成されるとともに、高い板状体（21a, 21b）と低い板状体（21a, 21b）の比（ $F_y h / F_y l$ ）が $2 \sim 6$ となっていることを特徴とする排熱発電装置。

【請求項4】 内部に排ガス（G）が流れる排気管と、内面に集熱フィン（21）が形成された集熱面（19a）を少なくとも一面に有し、内部に前記排気管から前記排ガス（G）が流入される偏平形状の内筒（19）と、

内部に前記内筒（19）が間隔を置いて收容され、前記内筒（19）の前記集熱面（19a）に対向する放熱面（13a）が形成される外筒（11）と、

前記内筒（19）の前記集熱面（19a）と前記外筒（11）の前記放熱面（13a）との間に配置され、高温端面（33a）が前記集熱面（19a）に密着される熱電変換モジュール（33）とを備え、

前記集熱フィン（21）は、排ガス（G）の流れ方向に対して高部と底部とを交互に有するとともに排ガス

（G）の上流側が高部から始まる板状体（21a）と、高部と底部とを交互に有するとともに前記上流側が底部

から始まる板状体（21b）とを、排ガス（G）の流れ方法に対して平行に植立する一方、前記排ガス（G）の流れ方向に対して直交する長軸方向において、集熱面（19a）に交互に複数植立して配置することにより構成されていることを特徴とする排熱発電装置。

【請求項5】 請求項4記載の熱電変換装置において、前記集熱フィン（21）は、前記板状体（21a）と板状体（21b）とを、前記集熱面（19a）の相対する面から同軸上に植立するとともに、前記排ガス（G）の流れ方向に対して直交する長軸方向において、一定間隔で植立して配置することにより構成されていることを特徴とする排熱発電装置。

【請求項6】 請求項4または請求項5記載の熱電変換装置において、前記高部と底部とを交互に有する複数の板状体（21a, 21b）の高さの最高値（ $F_x h$ ）と最低値（ $F_x l$ ）の比（ $F_x h / F_x l$ ）が $2 \sim 6$ であることを特徴とする排熱発電装置。

【請求項7】 請求項4ないし請求項6の何れか1項記載の熱電変換装置において、

前記高部と底部として交互に有する複数の板状体（21a, 21b）の高さの最高値（ $F_x h$ ）と最低値（ $F_x l$ ）から算出される単純平均高さ値（ $F_m = (F_x h + F_x l) / 2$ ）から最低値（ $F_x l$ ）を通過する距離（D）と排ガス（G）の流れ方向に対して直交する長軸方向における板状体（21a, 21b）の厚み（T）の比（ $D/T$ ）が $3 \sim 30$ であることを特徴とする排熱発電装置。

【請求項8】 請求項1記載の熱電変換装置において、前記板状体（21a, 21b）の高さは、排ガス（G）の流れ方向に対して直交する長軸方向においてある板状体（21a, 21b）の高さが最高値（ $F_x h$ ）の場合には相隣接する板状体（21a, 21b）の高さが最低値（ $F_x l$ ）となるように排ガス（G）の流れ方向に沿って垂鉛記板状体（21a, 21b）に高部と底部とを交互に設け、かつ各板状体（21a, 21b）の設置間隔（L）と厚み（T）の比（ $L/T$ ）が $10/3 \sim 10/10$ となっていることを特徴とする排熱発電装置。

【請求項9】 請求項8記載の熱電変換装置において、前記板状体（21a, 21b）の高さの最高値（ $F_y h$ ）と最低値（ $F_y l$ ）の比（ $F_y h / F_y l$ ）が $2 \sim 6$ であることを特徴とする排熱発電装置。

【請求項10】 請求項8または請求項9記載の熱電変換装置において、前記最高値（ $F_y h$ ）と最低値（ $F_y l$ ）から算出される単純平均高さ値（ $F_m = (F_y h + F_y l) / 2$ ）から最低値（ $F_y l$ ）を通過する距離（D）と排ガス（G）の流れ方向に対して直交する長軸方向における板

状体 (21a, 21b) の厚み (T) の比 (D/T) が 3~30であることを特徴とする排熱発電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車のエンジン等から排出される排ガスの排熱を回収して電力に変換するための排熱発電装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、高温の排ガスを排出する自動車、工場等では、エンジン、炉等から排出される排ガスの排熱から熱エネルギーを回収して電力に変換するために、例えば、特開昭61-254082号公報、特開昭63-262075号公報、実開平6-79168号公報、「熱電変換システム技術総覧」(株式会社リアライズ社発行(1995年)第162頁)に開示される排熱発電装置が広く用いられている。

【0003】図11は、特開昭63-262075号公報に開示される排熱発電装置を示すもので、この排熱発電装置では、自動車のエンジンから排出される排ガスが流れる排気管1に箱形状の吸熱筒2が介装されている。吸熱筒2には、対向する平面が形成され、排ガスの流れに対して角度を付けたフィンが設置されている。

【0004】これ等の平面には、熱電変換モジュール3が対向して配置されており、熱電変換モジュール3の高温端面と吸熱筒2の平面とが接合されている。そして、熱電変換モジュール3の低温端面側には、内部に冷却水が環流される冷却ジャケット4が対向して配置されており、熱電変換モジュール3の低温端面と冷却ジャケット4の冷却面とが接合されている。

【0005】上述した排熱発電装置では、排気管1から流入された排ガスの高温の排熱が吸熱筒2の平面を介して熱電変換モジュール3の高温端面に伝導される。また、同時に熱電変換モジュール3の低温端面は、冷却ジャケット4内を環流される低温の冷却水により冷却される。そして、熱電変換モジュール3の高温端面と低温端面との間に生じた温度勾配に応じて熱起電力が発生し(ゼーベック効果)発電されるため、排ガスの排熱から熱エネルギーを回収して電力に変換することができ、エネルギーを有効に利用することができる。

【0006】図12は、特開昭61-254082号公報に開示される排熱発電装置を示すもので、この排熱発電装置では、自動車のエンジンから排出される排ガスが流れる排気管5に横断面円形状の内筒6が介装されている。この内筒6の外側には、横断面円形状の外筒7が配置されており、内筒6と外筒7とは、間隔を置いて同心状に配置されている。

【0007】内筒6の外周面と外筒7の内周面との間には、複数の熱電変換素子8が円環状に配置されている。これ等の熱電変換素子8は、高温端面が内筒6側に対向し、低温端面が外筒7側に対向して配置されている。上

述した排熱発電装置では、排気管5から流入された排ガスの高温の排熱が内筒6を介して熱電変換素子8の高温端面に伝導され、低温端面の熱が外筒7を介して外側に放熱される。

【0008】そして、熱電変換素子8の低温端面と高温端面との間に生じた温度勾配に応じて熱起電力が発生し発電されるため、排ガスの排熱から熱エネルギーを回収して電力に変換することができ、エネルギーを有効に利用することができる。また、実開平6-79168号公報には、横断面円形状の内筒と外筒の間に熱電変換素子を設置し、排ガスからの熱伝達を改善するため、内筒の内側に複数の開口からなるディフューザを有する熱交換器を設けた構成が開示されている。

【0009】また、「熱電変換システム技術総覧」(第162頁)には、横断面円形状の内筒内に排ガスを拡散・乱流させるための渦巻き形状のディフューザを設置した構成が開示されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した特開昭63-262075号公報に開示される排熱発電装置では、吸熱部の形状を扁平形状にして、レイアウト制約を緩和しているが、吸熱部の排ガス通路側吸熱面に設けたフィンの向きが排ガス流れ方向に対して角度をもっているため、これらのフィンによって通気抵抗が悪化するという問題があった。

【0011】また、上述した特開昭61-254082号公報に開示される排熱発電装置では、排ガスの排熱を横断面円形状の内筒6を介して熱電変換素子8の高温端面に伝導しているため、内筒6の中心部を流れる排ガスが流入された状態のまま流出され、中心部を流れる排ガスの排熱を回収することができず、熱電変換素子8の熱発電効率が悪いという問題があった。

【0012】また、同心状に配置される内筒6と外筒7との間に、熱電変換素子8が円環状に配置されているため、熱電変換素子8の高温端面の表面積が低温端面の表面積よりも極度に小さく、排ガスの排熱の回収効率が悪いという問題があった。さらに、上述した実開平6-79168号公報においては、排気管と熱電変換素子とが同心円形状に位置され内筒の内側にディフューザを有する熱交換器を設けているため、通気抵抗を下げるためには、形状を大きくしてこれら相互間の間隔を大きくとる必要があり、レイアウト上の制約を受けるという問題があった。

【0013】本発明は、かかる従来の問題を解決するためになされたもので、その目的は、内燃機関あるいはその他燃焼の排ガスで高温端面を加熱し、低温端面を空冷あるいは水冷する排熱発電装置において、排ガスからの集熱効率を良好にすることにより発電出力が大きく、かつコンパクトな排熱発電装置を提供することにある。本発明の別の目的は、排ガスから熱電変換モジュールの高

温端部への熱伝導性を向上させるとともに、自動車エンジンの排ガスの排熱を回収して発電する車載用の熱発電装置に使用することができるコンパクトで信頼性が高く、走行風により空冷できる排熱発電装置を提供することにある。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の排熱発電装置は、内部に排ガスが流れる排気管と、内面に集熱フィンが形成された集熱面を少なくとも一面に有し、内部に排気管から排ガスが流入される偏平形状の内筒と、内部に内筒が間隔を置いて収容され、内筒の集熱面に対向する放熱面が形成される外筒と、内筒の集熱面と外筒の放熱面との間に配置され、高温端面が集熱面に密着される熱電変換モジュールとを備え、集熱フィンは、排ガスの流れ方向に対して直交する長軸方向において、高さが異なる複数の板状体を、排ガスの流れ方向に対して平行に配置することにより構成されていることを特徴とする。

【0015】請求項2記載の排熱発電装置は、請求項1記載の熱電変換装置において、集熱フィンは、排ガスの流れ方向に対して直交する長軸方向において、板状体の設置間隔と厚みの比が $10/3 \sim 10/10$ となっていることを特徴とする。請求項3記載の排熱発電装置は、請求項1または請求項2記載の熱電変換装置において、集熱フィンは、排ガスの流れ方向に対して直交する長軸方向において、高さが異なる複数の板状体を、長軸方向に交互にかつ排ガスの流れ方向に対して平行に複数配置することにより構成されるとともに、高い板状体と低い板状体の比が $2 \sim 6$ となっていることを特徴とする。

【0016】請求項4記載の排熱発電装置は、内部に排ガスが流れる排気管と、内面に集熱フィンが形成された集熱面を少なくとも一面に有し、内部に排気管から排ガスが流入される偏平形状の内筒と、内部に内筒が間隔を置いて収容され、内筒の集熱面に対向する放熱面が形成される外筒と、内筒の集熱面と外筒の放熱面との間に配置され、高温端面が集熱面に密着される熱電変換モジュールとを備え、集熱フィンは、排ガスの流れ方向に対して高部と底部とを交互に有するとともに排ガスの上流側が高部から始まる板状体と、高部と底部とを交互に有するとともに上流側が底部から始まる板状体とを、排ガスの流れ方法に対して平行に植立する一方、排ガスの流れ方向に対して直交する長軸方向において、集熱面に交互に複数植立して配置することにより構成されていることを特徴とする。

【0017】請求項5記載の排熱発電装置は、請求項4記載の熱電変換装置において、集熱フィンは、板状体と板状体とを、集熱面の相対する面から同軸上に植立するとともに、排ガスの流れ方向に対して直交する長軸方向において、一定間隔で植立して配置することにより構成されていることを特徴とする。

【0018】請求項6記載の排熱発電装置は、請求項4または請求項5記載の熱電変換装置において、高部と底部とを交互に有する複数の板状体の高さの最高値と最低値の比が $2 \sim 6$ であることを特徴とする。請求項7記載の排熱発電装置は、請求項4ないし請求項6の何れか1項記載の熱電変換装置において、高部と底部として交互に有する複数の板状体の高さの最高値と最低値から算出される単純平均高さ値から最低値を通して次の単純平均高さ値までの距離と排ガスの流れ方向に対して直交する長軸方向における板状体の厚みの比が $3 \sim 30$ であることを特徴とする。

【0019】請求項8記載の排熱発電装置は、請求項1記載の熱電変換装置において、板状体の高さは、排ガスの流れ方向に対して直交する長軸方向においてある板状体の高さが最高値の場合には相隣接する板状体の高さが最低値となるように排ガスの流れ方向に沿って亜鉛鍍板状体に高部と底部とを交互に設け、かつ各板状体の設置間隔と厚みの比が $10/3 \sim 10/10$ となっていることを特徴とする。

【0020】請求項9記載の排熱発電装置は、請求項8記載の熱電変換装置において、板状体の高さの最高値と最低値の比が $2 \sim 6$ であることを特徴とする。請求項10記載の排熱発電装置は、請求項8または請求項9記載の熱電変換装置において、最高値と最低値から算出される単純平均高さ値から最低値を通して次の単純平均高さ値までの距離と排ガスの流れ方向に対して直交する長軸方向における板状体の厚みの比が $3 \sim 30$ であることを特徴とする。

【0021】（作用）請求項1記載の排熱発電装置では、内筒の集熱面に、排ガスの流れ方向に対して直交する長軸方向において高さが異なる複数の板状体を、排ガスの流れ方向に対して平行に配置することにより集熱フィンを設けているので、排気管から内筒に流入された排ガスが集熱面に沿って拡散された後、排ガスの排熱が内筒の集熱面に設けた集熱フィンを介して熱電変換モジュールの高温端面に伝導され、熱電変換モジュールの高温端面が加熱される。

【0022】また、同時に熱電変換モジュールの低温端面の熱が外筒の放熱面を介して、一体形成された放熱フィンから外筒の外側に放熱され、熱電変換モジュールの低温端面が冷却される。そして、熱電変換モジュールの高温端面と低温端面との間に生じた温度勾配に応じて、熱起電力が発生して発電される。

【0023】請求項2記載の排熱発電装置では、排ガスの通気抵抗を増加することなく、集熱効率を向上させることができる。請求項3記載の排熱発電装置では、排ガスの拡散する効果を維持しつつ集熱効率を向上させることができる。請求項4記載の排熱発電装置では、相隣接する板状体の対向面側の段差によって、排ガスが拡散され、複数の流路に分岐し、攪乱減少を起こすため、排ガ

ス温度を各板状体へ確実に伝播することができる。

【0024】請求項5記載の排熱発電装置では、請求項4記載の排熱発電装置の作用を一段と向上させることができる。請求項6記載の排熱発電装置では、通気抵抗を抑制して集熱効率を向上させることができる。請求項7記載の排熱発電装置では、排ガスの拡散効率を向上させることができる。

【0025】請求項8記載の排熱発電装置では、排ガスの通気抵抗を増加させることなく、集熱効率を向上させることができる。請求項9記載の排熱発電装置では、排ガスの通気抵抗を増加させることなく、集熱効率を向上させることができる。請求項10記載の排熱発電装置では、排ガスの通気抵抗を増加させることなく、集熱効率を向上させることができる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の詳細を図面に示す実施形態について説明する。図1ないし図3は、本発明の排熱発電装置を自動車の排気系に適応した一実施形態（請求項1ないし請求項3に対応）を示しており、図において符号11は、断面形状が矩形扁平形状に形成される外筒を示している。

【0027】外筒11は、図1および図2に示すように、排ガスGの流れ方向、すなわち長手（x軸）方向に分割されており、排ガスGの流れ方向に対して直交する長軸（z軸）方向における断面（y-z断面）形状がコ字形状をなすとともにこの開口側が対向して配置されるアップアウタシェル13Aとロアアウタシェル13Bとを有している。

【0028】これ等のアップアウタシェル13Aとロアアウタシェル13Bとは、図2に示すように、平面状の放熱面13aを有している。放熱面13aの両端部には、放熱面13aと直角に同一方向に屈曲した側面13bが形成され、アップアウタシェル13A、ロアアウタシェル13Bはそれぞれコ字状に形成されている。

【0029】これ等の側面13bの先端には、放熱面13aと平行に外側に突出するボルト固定リブ13cが一体形成されている。また、アップアウタシェル13A、ロアアウタシェル13Bの両角部には、内周面形状が円弧形状のビス取付リブ13dが一体形成されている。アップアウタシェル13A、ロアアウタシェル13Bの放熱面13aの外側には、外方に突出する複数の放熱フィン13gが一体形成されている。

【0030】そして、アップアウタシェル13Aとロアアウタシェル13Bとは、後述する熱電変換モジュール33を收容し、後述するインナシェル（内筒）19を收容した後、ボルト固定リブ13cに複数形成されるボルト挿通穴（図示せず）に、アップアウタシェル13A側からボルト15を挿通し、ロアアウタシェル13B側からナット17をボルト15に螺合することにより固定される。

【0031】また、この実施形態では、外筒11の内側に、図1および図2に示すように、ステンレス鋼板からなり、断面形状（y-z断面）が楕円扁平形状のインナシェル（内筒）19が間隔を置いて收容されている。インナシェル19は、自動車のエンジンの排気管（図示せず）に接続されるとともに、外筒11の放熱フィン13gは自動車の走行方向に沿うように介装されており、この実施形態では、インナシェル19の短径寸法（y軸方向）は、排気管の直径寸法とほぼ同一寸法とされている。

【0032】そして、インナシェル19と排気管との接続は、長径方向（z軸方向）に拡径したディフューザ（図示せず）を介してなされている。このディフューザは、断面が楕円形状であるインナシェル19と円形形状である排気管の間に設置され、形状の異なる管を繋ぎ、排ガスを効率良くインナシェル19内部および後述する集熱フィン21表面に流す目的で設置されるものである。

【0033】本発明の特徴は、インナシェル19内部に設置された集熱フィン21の形状にあり、ディフューザの形状に依存するものではない。インナシェル19は、アップアウタシェル13A、ロアアウタシェル13Bの放熱面13aと間隔を置いて平行に形成される集熱面19aを有している。集熱面19aの内側には、図2および図3に示すように、集熱フィン21が形成されている。

【0034】集熱フィン21は、排ガスGの流れ方向（x軸方向）に対して平行に配置されている。そして、図1中のある点においてx軸に垂直なI-I線に沿って切り取ったy-z断面図である図2では、短径方向（y軸）において高さが異なる板状体21a、21bが長径方向（z軸方向）に複数設置されてなる集熱フィン21が形成されている（請求項1に対応）。

【0035】図2に示すように、板状体21a、21bの設置間隔Lと厚みTの比 $L/T$ は、 $2/1$ となるように設置され（請求項2に対応）、さらに2種類の板状体21a、21bの高さの比 $F_{yh}/F_{yl}$ が4となるように設置されている（請求項3に対応）。ここでは、板状体21aを高い値 $F_{yh}$ とし、板状体21bを低い値 $F_{yl}$ とした。

【0036】板状体21a、21bの設置間隔Lと厚みTの比 $L/T$ は、 $10/3 \sim 10/10$ とすることが好ましく、 $L/T$ が $10/3$ を超えると、集熱効率を向上させる効果が小さいため好ましくない。また、 $L/T$ が $10/10$ 未満では通気抵抗が大きくなったり、インナシェル19全体の重量が増加したりして好ましくない。2種類の板状体21a、21bの高さの比 $F_{yh}/F_{yl}$ は、 $2 \sim 6$ が好ましく、 $F_{yh}/F_{yl}$ が2未満では、排ガスを拡散する効果が小さいため集熱効率を向上させる効果が小さい。 $F_{yh}/F_{yl}$ が6を超えると、

排ガスの拡散効果が小さくなるとともに、集熱フィン21の表面積が小さくなりすぎるため、集熱効率の向上効果が小さく好ましくない。

【0037】インナシェル19は、排ガスGの流入側に排ガス流入口19bを有し、流出側に排ガス流出口19cを有している。この実施形態では、インナシェル19の排ガス流入口19b側に配置される集熱フィン21の外側先端は、図3に示すように、アッパアウトシェル13A、ロアアウトシェル13Bの端面よりも外側に延在されている。

【0038】インナシェル19の排ガス流入口19bの外周には、楕円環形状の流入側排気管取付フランジ23が嵌合され、全周溶接によりインナシェル19に固定されている。さらに、排ガス流出口19cの外周には、楕円環形状の流出側排気管取付フランジ25が嵌合され、全周溶接によりインナシェル19に固定されている。

【0039】また、インナシェル19の外側面には、図1および図3に示すように、アッパアウトシェル13A、ロアアウトシェル13Bの両端面の近傍に、一対のアウタシェル固定板27が対向して配置されており、インナシェル19に溶接により固定されている。アウタシェル固定板27には、アッパアウトシェル13A、ロアアウトシェル13Bのビス取付リブ13dに対応する位置に、長穴形状のビス挿通穴27aが形成されている。

【0040】アウタシェル固定板27とアッパアウトシェル13A、ロアアウトシェル13Bの両端面との間には、インナシェル19側の端面形状がインナシェル19の外周面形状に対応する一対のブラケット29が挟持されている。インナシェル19とアッパアウトシェル13A、ロアアウトシェル13Bとは、アウタシェル固定板27のビス挿通穴27aを挿通するビス31をビス取付リブ13dに螺合することにより固定されている。

【0041】すなわち、アッパアウトシェル13A、ロアアウトシェル13Bの放熱面13aとインナシェル19の集熱面19aとの間の空間は、ブラケット29により閉塞されている。そして、アッパアウトシェル13A、ロアアウトシェル13Bの放熱面13aとインナシェル19の集熱面19aとの間には、図2に示すように、熱電変換モジュール33が複数配置されている。

【0042】熱電変換モジュール33は、高温端面33aが放熱面13aに対向するように収容されており、この実施形態では、60個の熱電変換モジュール33が収容されている。熱電変換モジュール33は、低温端面33bに発電電力を取り出す出力端子が取り付けられ、所望の発電電力や排ガス、空冷風の運転状況に応じて、電気的に直列あるいは並列に接続することができる。

【0043】ここで使用される熱電変換モジュール33は、p型半導体とn型半導体からなる複数の熱電素子対が、熱的には並列に、電気的には素子対の両端に形成された電極を介して直列に接合された熱電素子の集合体で

ある。この熱電変換モジュール33は、使用される環境や半導体の特性に応じて、熱電変換モジュール33内の熱電素子の間の空隙が断熱絶縁性物質で埋められた構成をとることもできる。

【0044】この熱電変換モジュール33は、電極が形成された高温端面33aと低温端面33bが平行平面である立方体型の熱電変換モジュールが用いられている。これは汎用性が高く、大量生産に適する特徴がある。また、熱電変換モジュール33とインナシェル19あるいは外筒11との電気的絶縁は、電極が形成された熱電変換モジュール33の両端面上に絶縁性層を設けることによってもできるし、またインナシェル19あるいは外筒11の少なくとも熱電変換モジュール33が接触する表面を絶縁処理することによってもできる。

【0045】外筒11の放熱面13aと熱電変換モジュール33の低温端面33bとの間には、緩衝部材35が挟持されている。この緩衝部材35は、熱伝達性に優れるとともに適度な柔軟性を有する部材で、インナシェル19の集熱面19aに熱電変換モジュール33を押圧した際、機械的振動を緩衝する機能を有するとともに、急激な排ガスの温度変化や流量変化に伴うインナシェル19の温度変化が、熱電変換モジュール33の高温端面33aに与える熱衝撃を緩衝する機能を有する。

【0046】上述した排熱発電装置では、排気管からインナシェル19の排ガス流入口19bに流入された排ガスGが集熱面19aに沿って拡散された後、排ガスGの排熱がインナシェル19の集熱フィン21により集熱され、この排熱が集熱面19aを介して熱電変換モジュール33の高温端面33aに伝導され、熱電変換モジュール33の高温端面33aが加熱される。

【0047】また、同時に熱電変換モジュール33の低温端面33bの熱がアッパアウトシェル13A、ロアアウトシェル13Bの放熱面13aを介して、走行風が吹き付けられる放熱フィン13gから外筒11の外側に放熱され、熱電変換モジュール33の低温端面33bが冷却される。そして、熱電変換モジュール33の高温端面33aと低温端面33bとの間に生じた温度勾配に応じて、熱電変換モジュール33に熱起電力が発生して発電される。

【0048】また、熱電変換モジュール33の低温端面33bと外筒11の放熱面13aとの間に挟持される緩衝部材35の弾性力により、熱電変換モジュール33の低温端面33bがアッパアウトシェル13A、ロアアウトシェル13Bの放熱面13aの内側に押圧され密着される。以上のように構成された排熱発電装置では、アッパアウトシェル13Aとロアアウトシェル13Bとからなる外筒11の内部に、内部に排気管から排ガスGが流入される楕円扁平形状のインナシェル19を間隔を置いて収容し、インナシェル19の集熱面19aと外筒11の放熱面13aとの間に、高温端面33aが集熱面19

aに密着され、低温端面33bが緩衝部材35を挟持して放熱面13aの内側に密着される熱電変換モジュール33を配置し、インナシェル19の集熱面19aに、排ガスGの流れ方向、すなわち長軸(x軸)方向に対して直交する長径(z軸)方向における断面(y-z断面)から見た高さが異なる複数の板状体21a、21bからなる集熱フィン21を長手方向(x軸方向)に平行に設置したので、インナシェル19に流入した排ガスGから熱電変換モジュール33の高温端面33aへの熱伝達効率を向上させることができ、これにより熱電変換モジュール33に大きな温度勾配を確実に作用させることができるとともに、熱電変換効率を従来よりも大幅に向上させることができる。

【0049】また、集熱フィン21を設置した偏平断面形状のインナシェル19とすることにより、汎用性が高い立方型の熱電変換モジュール33を設置することができ、コンパクトでかつ集熱効率が高くすることができる。さらに、集熱フィン21を設置することにより、通気抵抗を向上させることなく効率的に排ガスGから熱エネルギーを伝達することができるので、排ガスGを発生させるエンジンの運転効率を悪化させたり、不要な運転負荷をかけたりすることなく、熱電変換装置を作動させることができる効果がある。

【0050】さらに、インナシェル19を自動車のエンジンの排気管に連結するとともに、外筒11の放熱フィン13gを自動車の走行方向に沿うように介装したので、放熱フィン13gに吹き付けられる走行風により確実に放熱することができる。さらに、インナシェル19と集熱フィン21とをステンレス鋼板により形成したので、排ガスGによる腐蝕を確実に防止することができる。

【0051】また、上述した実施形態では、インナシェル19の排ガス流入口19b側に配置される集熱フィン21の外側先端を、図3に示したように、アッパアウトシェル13A、ロアアウトシェル13Bの端面よりも外側に延在したので、外筒11の外側に露出するインナシェル19の外周面からの冷気が、熱電変換モジュール33の高温端面33aの排ガス流入口19b側に伝導するのを防止することができ、熱電変換モジュール33の高温端面33aに均一に排熱を伝導することができる。

【0052】なお、上述した本実施形態では、外筒11は放熱フィン13gが一体成形されたアッパアウトシェル13Aとロアアウトシェル13Bを使用した、空冷型の熱電発電装置について説明したが、外筒11が水冷ジャケット構造となっている水冷やその他冷媒によって冷却するタイプとすることもできる。また、上述した実施形態では、インナシェル19をエンジンの排気管に介装し、自動車のエンジンから排出される排ガスGの排熱を回収して発電した例について説明したが、本発明はかかる実施形態に限定されるものではなく、工場の炉等か

ら排出される排ガスの排熱を回収して発電することもできる。

【0053】さらに、上述した実施形態では、インナシェル19の集熱面19aの内側に設けられる集熱フィン21として、図2および図3に示すように、2種類のステンレス鋼板からなる集熱フィン21が長手方向(x軸方向)に平行に複数配置されてなる板状体21a、21bの場合について説明したが、本発明はこれに限らず、集熱フィン21を3種類以上の板状体から構成することもできる。図4、図5に示すような集熱フィン21にすることにより、より集熱性能を高めることが可能となる。

【0054】図4ないし図7に示す排熱発電装置においては、図1におけるステンレス鋼板からなるインナシェル19を二つ割りの角形扁平形状としている。その他の構造は図1と同様であるので、外筒11および熱電素子33を省略して説明する。図4(A)、(B)に示す排熱発電装置(I)の集熱フィン形状は、図1〜3と同様に、高さの異なる複数の板状体21a、21bが、排ガスGの流れ方向、すなわち長手方向(x軸方向)に平行で、設置間隔Lと厚さTの比が、 $L/T=4/3$ 、排ガスGの流れ方向に対して直交する長軸(z軸)方向の断面(y-z断面)における高い板状体21aの高さ $F_{yh}$ と低い板状体21bの高さ $F_{yl}$ の比 $F_{yh}/F_{yl}$ が3となるように設置されている。

【0055】本実施形態ではインナシェル19を2つ割りの角型偏平形状とし、高い板状体21aはインナシェル19の片側の高さと同等としたが、楕円型偏平形状や多角形型偏平形状とすることもでき、また高い板状体21aの高さは、インナシェル19の片側の高さより高くすることも可能である。図5(A)、(B)に示す排熱発電装置(ロ)はインナシェル19の集熱面19aの内側に、長手方向(x軸方向)に平行に複数の板状体21a、21bが設置され、一本の板状体21a、21bの高さは長手方向(x軸方向)に変調している集熱フィン21を備えているものである。

【0056】本発明における板状体21a、21bの高さの変調とは、板状体21a、21bの高さの連続的・周期的変化あるいはパルス波形状の変化のことをいう。図5(A)は、排熱発電装置(ロ)の集熱フィン21の長手方向(x軸方向)の断面図であり、(B)は同フィン1の排ガス流入口19bでの排ガスGの流れ方向に対して直交する長軸方向(z軸方向)の断面(y-z断面)図である。

【0057】この集熱フィン21は、図5(A)に示すように、高部と底部を交互に有し、排ガスGの上流側が最高値 $F_{xh}$ の高部から始まる板状体21aと、同側が最低値 $F_{xl}$ の底部から始まる板状体21bとからなり、この板状体21a、21bが排ガスGの流れ方向(x軸方向)に平行に複数枚設置されている。すなわ

ち、長軸方向（x軸方向）の断面では、図5（B）に示すように、最高値 $F \times h$ の高部の端面が現れる板状体21aと、最低値 $F \times l$ の底部の端面が現れる板状体21bとが、交互に複数配列された配置となっている。

【0058】そして、図5（A）から明らかなように、排ガス入口19b側が高部で始まる板状体21aは、高部—底部—高部—底部—高部—底部と変調しており、排ガス入口19b側が底部で始まる板状体21bは、底部—高部—底部—高部—底部—高部と変調している（請求項4および5に対応）。さらに、通気抵抗を抑制して集熱効率を向上させるためには、 $F \times h / F \times l$ の比は2～6が好ましい。 $F \times h / F \times l$ 比が6を超えると、排ガスの拡散効果が小さいため、集熱効率の向上効果が小さくなったり、通気抵抗が増加したりするので好ましくない。 $F \times h / F \times l$ 比が2未満では、加工コストがかかる割に集熱効率が上がらないので好ましくない（請求項6に対応）。

【0059】また、排ガスの拡散効率を向上させるために、最高値 $F \times h$ と最低値 $F \times l$ の単純平均高さ値 $F_m = (F \times h + F \times l) / 2$ を持つ排ガス流れ方向（x軸方向）上の点から、高さが最低値を示す点を通して次の単純平均高さ値 $F_m$ を示す点までの距離D（図5（A）参照）と厚さTの比 $D / T$ は3～30が好ましい。 $D / T$ が3未満では、排ガスが十分拡散することができないため、加工コストの増加の割に、集熱効率の向上幅が小さくこのまじくはない。また、 $D / T$ が30を超える場合もまた、排ガスが十分拡散することができず、加工コストが大幅に増加するので好ましくない（請求項7に対応）。

【0060】また、長手方向（x軸方向）に高さが変調し長手方向（x軸方向）に $F \times h / F \times l$ の比が2～6である特徴やあるいは、最高値 $F \times h$ と最低値 $F \times l$ の単純平均高さ値 $F_m = (F \times h + F \times l) / 2$ を持つ長手方向（x軸方向）上の点から、最低値 $F \times l$ を示す点を通して次の単純平均高さ値 $F_m$ を示す点までの距離Dと厚さTの比 $D / T$ が3～30である特徴を有するとともに、長手方向（x軸方向）と直交する長軸方向（z軸方向）における断面（y—z断面）では設置間隔Lと厚さTの比 $L / T$ が10／3～10／10である特徴を有する集熱フィン21を形成することが可能である。

【0061】本発明の集熱フィン21では、長手方向（x軸方向）における特徴か、長手方向（x軸方向）と直交する長軸方向（z軸方向）における断面（y—z断面）における特徴のいずれかが満たされていれば、本発明の目的を果たし、通気抵抗を増加させることなく、集熱効率を向上させる効果を発揮することが可能であるが、両方の特徴を満足する集熱フィンを形成することにより、より一層集熱効率を向上させることができる。

【0062】従って、排熱発電装置（イ）（図3（A）（B）参照）に、排熱発電装置（ロ）（図5（A）

（B）参照）の板状体21a、21bの高部および底部を交互に設けるなどの種々の構造を同様に設けることは有効である（請求項8、9、10に対応）。また、本発明の集熱フィン21は、インナシエル19の排ガス流入口19bでの排ガスの流れ方向（X軸）に平行に設置された複数の板状体21a、21bで、一本の板状体21a、21bの長手方向（x軸方向）の形状あるいは長手方向（x軸方向）と直交する長軸方向（z軸方向）における断面（y—z断面）での隣接する複数の板状体21a、21bの形状に特徴があるもので、個々の板状体21a、21bの表面粗さに限定されるものではない。例えば、集熱フィン21の表面積を増大する目的で、表面粗さを大きくしたり、表面に凹凸やディンプルを形成したりすることもできる。

【0063】さらに、本発明においては集熱フィン21およびインナシエル19をステンレス鋼板によって製造したが、利用する排ガスの温度あるいは成分によっては、熱伝導性が良好であるその他金属を使用することもできる。例えば、銅、真鍮、アルミニウム、アルミニウム合金、鉄、鉄合金、炭素鋼、インコネル、ハステロイ、モネルなどを挙げることができる。また、これらの金属の表面の表面積を大きくする自的や、耐久性を向上させる目的、熱伝導性を向上させる目的、熱変形を制御する目的などで、集熱フィン21あるいはインナシエル19内部表面の部分的あるいは全面的に別の金属層やセラミックス層を形成することもできる。

【0064】図6（A）、（B）に示す排熱発電装置（ハ）は、比較例を示す図で、インナシエル19の集熱面19aの内側に、同じ高さの複数の板状体213からなる集熱フィン21が、集熱面19aの長手方向（x軸方向）に沿って対向して一体的に設けられている。図7（A）、（B）に示す排熱発電装置（ニ）は、比較例を示す図で、インナシエル19の集熱面19aの内側に、集熱フィン21を設けていないものである。

【0065】次に、図4ないし図7に示す各排熱発電装置（イ）～（ニ）を、DOHC3リットルエンジンの排気管に接続し、エンジン回転数3000rpm、トルク12kgm、ブースト255mmHg、燃費14.9L/h、水温73.6℃、油温79℃、油圧4.2kg/cm<sup>2</sup>、吸気温3.1℃、冷却風速15m/sの運転条件下で、温度飽和後30分保持後、インナシエル19の表面温度を3分間測定した。なお、入口の排気温度640℃、外気温40℃であった。

【0066】なお、図5に示す排熱発電装置（ロ）の集熱フィン21は、排ガス流入口側19b側において、フィン高さが最高値 $F \times h$ となっている板状体21aでは、最高値部—最低値部—最高値部—最低値部—最高値部—最低値部となっており、その寸法は100—60—60—60—60—100mm、集熱フィン21の全長は440mmであり、排ガス流入口19b側において、

フィン高さが最低値 $F \times 1$ となっている板状体21bでは、上述と逆の関係になっている。

【0067】また、最高値 $F \times h$ は17mm、最低値 $F \times l$ は8.5mm、フィン厚さは3mm、設置間隔(z軸方向)は4mmとなっている。その他、図4に示す排熱発電装置(イ)の集熱フィン21の高い板状体21aは、図5に示す排熱発電装置(ロ)の集熱フィン21の最高値と同一、低い板状体21bは、図5に示す排熱発電装置(ロ)の集熱フィン21の最低値と同一であり、図6に示す、排熱発電装置(ハ)の集熱フィン21は、図5に示す排熱発電装置(ロ)の集熱フィン21の最低値と同一である。

【0068】また、全ての集熱フィン21の板状体21a、21bの設置間隔L、板厚T、全長は同一であり、全ての排熱発電装置(イ)～(ニ)のその他の条件は同一である。その結果を、図8に示す。図8から明らかなように、インナシェル19の表面温度は、図5に示す対向面側がパルス波形状に段差212を有する複数の板状体21a、21bからなる集熱フィン21を設けた排熱発電装置(ロ)(高さ違い段差フィン)が最も高く約450℃であった。

【0069】この理由は、図5に示す集熱フィン21においては、図9に示すように、対向面側のパルス波形状をなす段差212によって、排ガスが拡散され、複数の流路に分岐し、攪乱減少を起こすため、排ガス温度を集熱フィン21へ確実に伝播することができるためと思われる。次に、図4に示す高さの異なる複数の板状体21a、21bからなる集熱フィン21を設けた排熱発電装置(イ)(高さ違い連続フィン)で、約410℃であった。

【0070】次に、図6に示す同じ高さの複数の板状体213からなる集熱フィン21を設けた排熱発電装置(ハ)(連続フィンのみ)で、約300℃であった。図7に示す集熱フィン21の無い排熱発電装置(ニ)(フィンなし)が最も低く、約230℃であった。次に、図10により排気差圧を測定した結果を説明する。

【0071】当然のことながら、図7に示す集熱フィン21の無い排熱発電装置(ニ)(フィンなし)が最も低く、約3mmHgであった。次に、図6に示す同じ高さの複数の板状体213からなる集熱フィン21を設けた排熱発電装置(ハ)(連続フィンのみ)で、約5mmHgであった。次に、図4に示す高さの異なる複数の板状体21a、21bからなる集熱フィン21を設けた排熱発電装置(イ)(高さ違い連続フィン)で、約9mmHgであった。

【0072】次に、図5に示す対向面側がパルス波形状に段差212を有する複数の板状体21a、21bからなる集熱フィン21を設けた排熱発電装置(ロ)(高さ違い段差フィン)で、約11～12.3mmHgであった。本実施形態の熱電発電装置の代わりに、通常使用さ

れる排気浄化用触媒コンバーターを装着し、同様にして通気抵抗を測定した。触媒コンバーターを装着した場合の通気抵抗は100～150mmHgであった。

【0073】すなわち、排熱発電装置(ロ)の排気差圧は、触媒コンバーターの排気差圧に比較して十分小さく、エンジン駆動にそれほど支障にはならない。以上のように本発明の集熱フィン形状に特徴がある熱電発電装置によれば、通気抵抗が小さく、集熱効率を向上させることができる。さらには、車載用エンジンに不要な負荷をかけて、走行特性を劣化させることなく、車載可能なコンパクトな大きさ・形状に製造することができ、かつガス拡散効率を向上させることにより熱電発電効率を向上させることができた。

#### 【0074】

【発明の効果】以上述べたように、請求項1ないし請求項1.0記載の排熱発電装置では、内筒の集熱面に、排ガスの流れ方向に対して直交する長軸方向において高さが異なる複数の板状体を、排ガスの流れ方向に対して平行に配置することにより集熱フィンを構成しているのので、排気管から内筒に流入された排ガスの通気抵抗を増加することなく、排ガスの排熱を、集熱フィンを介して効率良く集熱して熱電変換モジュールの高温端面に伝導することができ、熱電変換モジュールの高温端面を加熱することが可能となる。

【0075】さらには、同時に熱電変換モジュールの低温端面の熱が外筒の放熱面を介して、一体形成された放熱フィンから外筒の外側に放熱され、熱電変換モジュールの低温端面が冷却されるので、発電出力を大きくすることが可能となるとともに、コンパクトな排熱発電装置を提供することが可能となる。また、集熱フィンは、排ガスの流れ方向に対して上部と底部とを交互に有するとともに排ガスの上流側が上部から始まる板状体と、上部と底部とを交互に有するとともに上流側が底部から始まる板状体とを、排ガスの流れ方法に対して平行に植立する一方、排ガスの流れ方向に対して直交する長軸方向において、集熱面に交互に複数植立して配置することにより構成されているので、自動車用排気系にこの排熱発電装置を用いた場合でも、排気差圧が問題とならない水準に抑えられ、自動車用エンジンに不要な負荷をかけて、走行特性を劣化させることがない。

【0076】その上、集熱効率を向上させることができるとともに、この排熱発電装置を車載可能なコンパクトな大きさ・形状に製造することができ、かつガス拡散効率を向上させることにより熱電発電効率を向上させることができる。た。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の排熱発電装置の一実施形態を示す斜視図である。

【図2】図1の排熱発電装置のII-II線に沿う断面図である。

17

【図 3】図 1 の排熱発電装置のIII-III線に沿う断面図である。

【図 4】本発明の排熱発電装置の他の実施形態を示す断面図である。

【図 5】本発明の排熱発電装置の他の実施形態を示す断面図である。

【図 6】本発明の比較例に係る排熱発電装置を示す断面図である。

【図 7】本発明の比較例に係る排熱発電装置を示す断面図である。

【図 8】本発明の排熱発電装置のインナシエルの表面温度を示すグラフである。

【図 9】本発明の排熱発電装置のインナシエルにおける排ガスの状態を示す説明図である。

【図 10】本発明の排熱発電装置における排気差圧測定結果を示すグラフである。

18

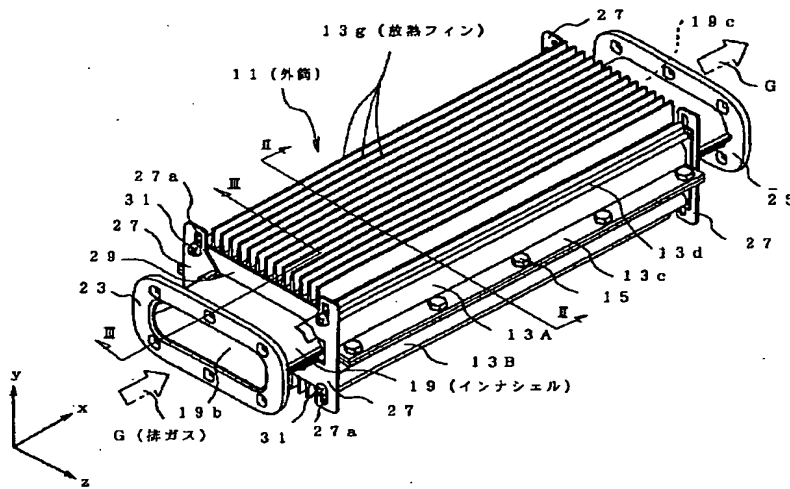
【図 11】従来の排熱発電装置を示す斜視図である。

【図 12】従来の排熱発電装置を示す斜視図である。

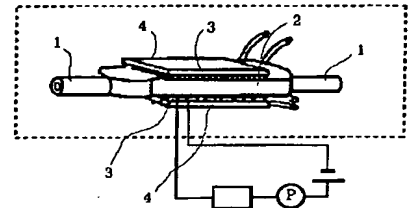
【符号の説明】

- 11 外筒
- 13a 放熱面
- 13g 放熱フィン
- 19 インナシエル（内筒）
- 19a 集熱面
- 21 集熱フィン
- 21a, 21b 板状体
- 33 熱電変換モジュール
- 33a 高温端面
- 33b 低温端面
- 35 緩衝部材
- G 排ガス

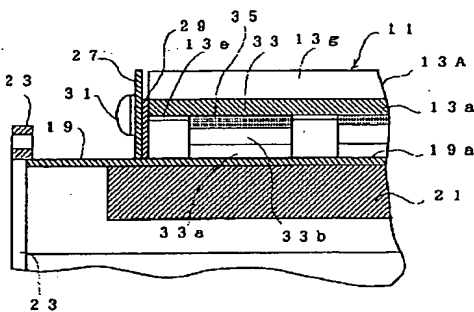
【図 1】



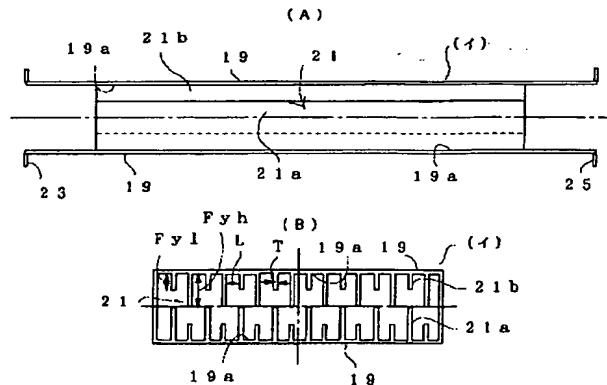
【図 11】



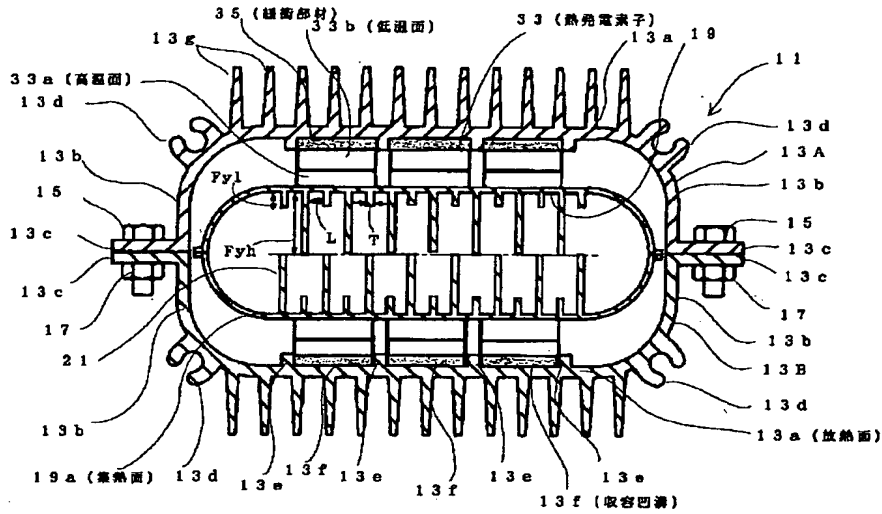
【図 3】



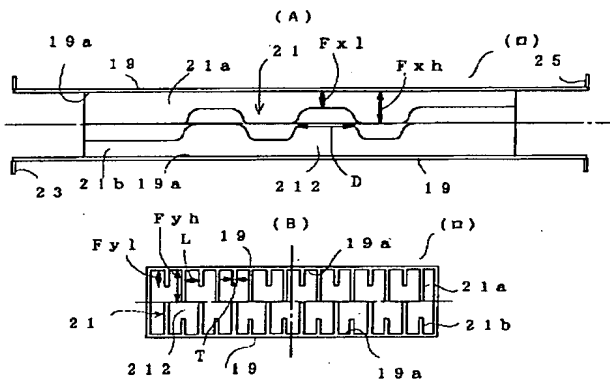
【図 4】



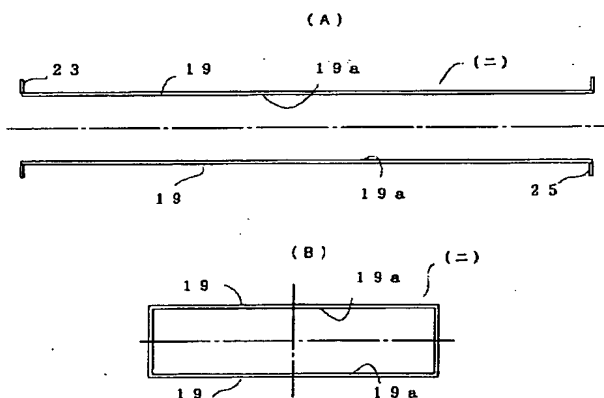
【図2】



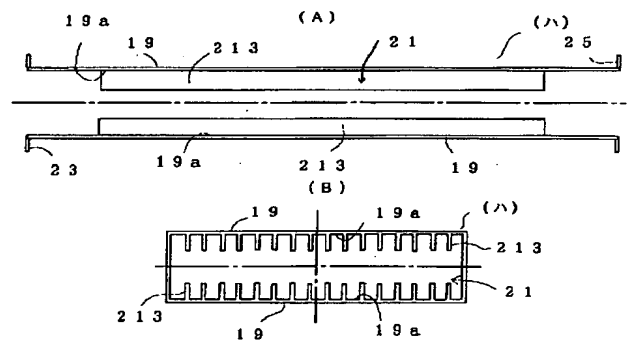
【図5】



【図7】

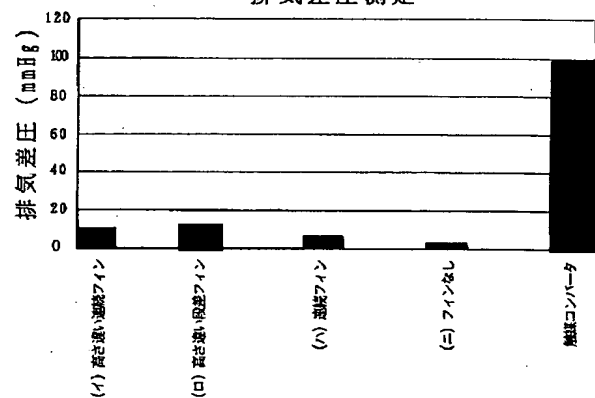


【図6】

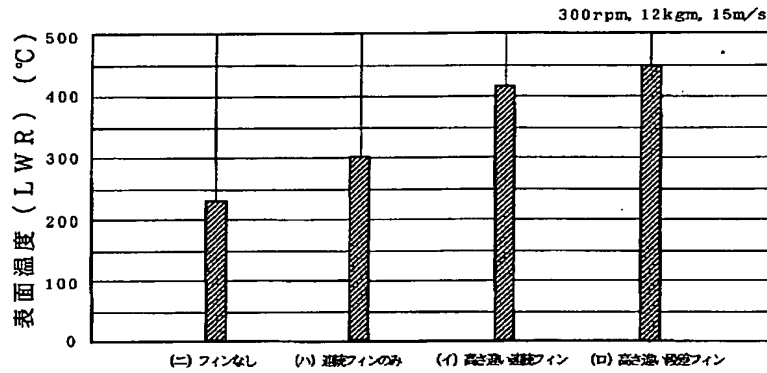


【図10】

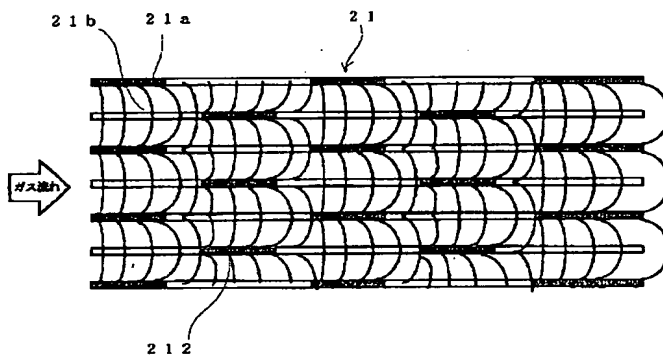
排気差圧測定



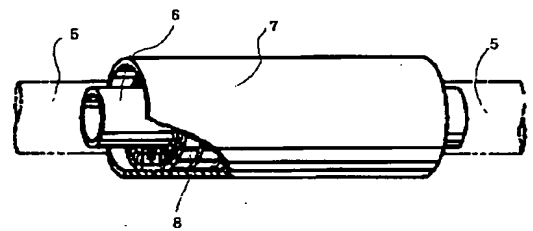
【図8】



【図9】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 篠原 和彦  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内  
(72)発明者 櫛引 圭子  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72)発明者 小林 正和  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内  
(72)発明者 古谷 健司  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内